

Jani Ylihakala

Microsoft Azure – SQL-tietokannan hallinnointi pilvessä

Käytettävyysharjoitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri
Tietotekniikka
Opinnäytetyö
20.3.2017

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Jani Ylihakala Microsoft Azure – SQL-tietokannan hallinnointi pilvessä Käytettävyysharjoitus 35 sivua + 2 liitettä 20.3.2017
Tutkinto	Insinööri
Koulutusohjelma	Tietotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tietoverkot
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Kari Järvi
<p>Insinööriyön tavoitteena oli suorittaa käytettävyysharjoitus ja selvittää Microsoft Azure -palvelun perusteet sekä SQL Azure -komponentin toimivuus tietokantojen luomisessa sekä ylläpidossa. Työ rajattiin koskemaan ainoastaan Microsoft Azuren SQL Azure -komponenttia eikä sen tarjoamia muita palveluita.</p> <p>Insinööriyö koostui neljästä eri vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa suunniteltiin ja pohjustettiin käyttöharjoituksen tekemistä. Verkkotunnukset ja tunnukset Microsoft Azure -palvelua varten luotiin työn toisessa vaiheessa. Kolmas vaihe insinööriyössä koostui esimerkitietokannan luomisesta Microsoft Azure -palveluun ja taulukoinnista. Neljäs vaihe koostui testauksesta ja raportoinnista.</p> <p>Insinööriyön tavoitteeksi asetettu käytettävyysharjoituksen tekeminen ja raportointi toteutuivat onnistuneesti. Lukijalle tarjotaan perusteet Microsoft Azuren käyttöön, opastetaan SQL Azuren toiminnot ja käyttöönotto sekä käydään lävitse perusteet tietokannan tekemisestä palvelussa sekä SQL Server -palvelulla.</p>	
Avainsanat	Microsoft Azure, SQL Azure, SQL Server, pilvipalvelut

Author(s) Title	Jani Ylihakala Microsoft Azure – SQL Database Administration in Cloud
Number of Pages Date	35 pages + 2 appendices 20 th of March 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Information Technology
Specialisation option	Data Networks
Instructor(s)	Kari Järvi, Principal Lecturer
<p>The aim of this thesis was to perform a usability training and find out the basics of Microsoft Azure and the SQL Azure service functionality component in creating and maintaining databases. The study was confined to a Microsoft Azure SQL Azure component excluding other services it offers.</p> <p>The study consisted of four stages. In the first stage the usability training was designing and outlined. Next, the domain names and logos of Microsoft Azure service were created. The third phase consisted of an example of creating a database, Microsoft Azure service and tabulation. The fourth stage was the testing and reporting.</p> <p>The set objectives of this thesis, the usability training and reporting were carried out successfully. The paper examines the criteria for the use of Microsoft Azure, SQL Azure provides guidelines to the functions and commissioning, as well as goes through the basics of the database service and the SQL Server service.</p>	
Keywords	Microsoft Azure, SQL Azure, SQL Server, cloud services

Alkusanat

Haluan kiittää Saimaan ammattikorkeakoulua ja Metropolia Ammattikorkeakoulua mahdollisuudesta päästä opiskelemaan yhtä kiinnostavimmista ja haastavimmista aloista, joita on olemassa sekä hyvien perusteiden tarjoamisesta.

Haluan myös kiittää opettajaani Kari Järveä, joka toimi ohjaavana opettajan opinnäytetyössäni ja auttoi hiomaan sen kohdilleen.

Tämä opinnäytetyö on omistettu äidilleni, Irja Ylihakalalle, joka on ei pelkästään opintojeni vaan koko elämäni ajan jaksanut tukea ja kannustaa jatkamaan, haastamaan itseäni ja toiminut ehtymättömänä voimavarana, jota ilman en olisi ikinä päässyt näin pitkälle.

Kiitos!

Helsingissä, 24.2.2017

Jani Ylihakala

Sisällys

Alkusanat	1
Sisällys	2
Sanasto	4
1 Johdanto	6
2 Pilvipalvelut	8
2.1 Keskeisimmät piirteet	9
2.1.1 Itsepalvelu	9
2.1.2 Laaja käytettävyys	9
2.1.3 Resurssien yhdistäminen	10
2.1.4 Nopea joustavuus	10
2.1.5 Mitattava palvelu	11
2.2 Käyttöönottomallit	11
2.2.1 Julkinen	11
2.2.2 Yksityinen	12
2.2.3 Yhteisöllinen	12
2.3 Hybridi	12
2.4 Palvelumallit	12
2.4.1 Ohjelmisto palveluna - SaaS	13
2.4.2 Sovelluslusta palveluna - PaaS	13
2.4.3 Infrastruktuuri palveluna - IaaS	14
3 Tietoturvaongelmat pilvipalveluissa	15
3.1 Pilvipalveluiden tietoturvavaatimukset	15
3.1.1 Saatavuus	15
3.1.2 Luottamuksellisuus	16
3.1.3 Eheys	16
3.1.4 Pääsynvalvonta	16
3.1.5 Hallinta	17
3.1.6 Seuranta	17
4 Microsoft SQL Server	18
4.1 Historia	18

4.2	SQL Serverin perusteet	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
4.3	Asennus	20
4.4	Tietokanta	20
5	Microsoft Azure	22
5.1	Historia	22
5.2	Palvelut	23
5.3	Palvelukeskukset	23
6	Microsoft Azuren käyttöönotto	24
6.1	Azure SQL	25
6.2	SQL-tietokannan luonti ja käyttö	26
6.3	SQL-tietokantojen muokkaaminen	28
7	Yhteenveto	31

Lähteet

Lähdekoodit

Sanasto

.NET	.NET on ohjelmistokomponenttikirjasto, joka tukee lukuisia eri ohjelmointikieliä. Käytetyimpiä ovat C# ja VB.Net.
Asiakasohjelma	Asiakasohjelma eli client on käyttöliittymäsovellus, jolla otetaan yleensä yhteys palvelimeen ja käytetään etänä palvelimella olevia palveluita.
Infrastruktuuri	Pohjana oleva rakenne, johon laajempi ja moninaisempi toiminta tukeutuu.
Laskentateho	Tietokoneen kyky suorittaa laskutoimituksia aikayksikössä.
LAN	LAN eli Local Area Network on rajoitetulla maantieteellisellä alueella toimiva lähiverkko, esimerkiksi yhden talouden koneiden muodostama tietokoneverkko.
NIST	National Institute of Standards and Technology, virasto jonka tarkoituksena on kehittää ja edistää mittaustekniikoita, standardeja sekä tekniikkaa.
Ohjelmistokehys	Ohjelmistokehys eli framework muodostaa rungon sen päälle rakennettavalle tietokoneohjelmalle ja toimii apuvälineenä, jonka tarkoituksena on nopeuttaa uusien ohjelmistotuotteiden valmistusta.
Palvelin	Palvelimella eli serverillä tarkoitetaan tietoliikenteen yhteydessä tietokoneessa suoritettavaa palvelinohjelmistoa tai ohjelmistoa suorittavaa tietokonetta.
Palvelinkeskus	Palvelinkeskus on tila, jossa voi olla suurimmillaan satoja tuhansia palvelimia.
SQL	Structured Query Language, standardoitu kyselykieli, jolla relaatiotietokantaan voidaan tehdä erilaisia hakuja, muutoksia sekä lisäyksiä.

Tietokanta	Tietotekniikassa käytetty termi tietovarastolle, englanniksi database.
VPN	Virtual Private Network eli virtuaalinen erillisverkko on tapa, jolla kaksi tai useampaa yksityistä verkko voidaan yhdistää julkisen verkon yli muodostamaan näennäisesti yhden yksityisen verkon.
WAN	WAN eli Wide Area Network tarkoittaa laajaverkkoa, joka on laajan alueen kattava tiedonsiirtoverkko.

1 Johdanto

Päätimme omasta toivomuksestani opinnäytetyön ohjaajani kanssa, että teen opinnäytetyön Microsoft Azuren perusteista ja käytettävyydestä, ja tarkastelen, kuinka hyvin Microsoft Azure soveltuu tietokantojen ylläpitämiseen pilvipalveluna.

Opinnäytetyössä luodaan kertakäyttöinen kokeilutili (englanniksi trial account) Microsoft Azurea varten ja tietokanta käyttäen SQL Server Management Studiota, joiden avulla testataan ohjelman tarjoamia erilaisia ominaisuuksia tietokantojen pilveen ja ylläpitoon liittyen.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa tarkastellaan pilvipalveluiden periaatteita, eri pilvimalleja sekä tutustutaan pilvipalveluiden ja Microsoft Azuren historiaan. Empiirisessä osassa luodaan yksinkertainen tietokanta SQL Server Management Studiolla ja tutkitaan, kuinka tietokannan ylläpitäminen onnistuu pilvipalvelussa.

Pilvipalvelut ovat viime vuosina nousseet yleiseksi puheenaiheeksi, mutta harva edelleen täysin ymmärtää, mistä on kyse, mitä pilvipalveluista puhuttaessa oikeasti tarkoitetaan ja mihin ne soveltuvat. Opinnäytetyö tarjoaa lukijalle yksinkertaisen määritelmän pilvipalveluista ja niiden malleista, Microsoft Azuren perusteista ja esimerkin siitä, kuinka luoda yksinkertainen tietokanta ja tuoda se pilveen ylläpidettäväksi Microsoft Azuren avulla.

Kehitys pilvipalveluissa on alati jatkuvaa – palveluita päivitetään koko ajan, optimoidaan toimimaan käyttäjän tarpeiden mukaan ja uusia ominaisuuksia lisätään koko ajan tukemaan käyttäjien kehittyviä tarpeita sekä vaatimuksia. Kuluttajan kannalta tärkeimpiä ominaisuuksia ovat toimitus- sekä toimintavarmuus. Tällä tarkoitetaan sitä, että resursien käyttöönotto ja poisto on tehty tarvittavan yksinkertaiseksi asiakkaalle.

Tutkielma jakautuu seitsemään lukuun. Johdantoluvun jälkeen luvussa 2 tutustutaan tarkemmin pilvipalveluihin, historiaan ja kehitykseen sekä tämänhetkiseen tilanteeseen. Lisäksi käydään läpi eri pilvipalvelualustat ja niiden teknologiat tarkemmin ja pyritään rajaamaan ja vertaamaan niiden toimintoja eri näkökulmista. Luvussa 3 käsitellään pilvipalveluiden tietoturva.

Luvussa 4 käydään läpi SQL Server ja SQL Server Management Studio varsin yksityiskohtaisesti. Luvuissa 5 ja 6 esitellään Microsoft Azure -pilvipalveluperhe, sen ominaisuudet ja käyttöönotto.

Luvussa 7 arvioidaan työn tuloksia ja kootaan yhteen koko sisältö.

2 Pilvipalvelut

Tässä luvussa kerrotaan pilvipalveluista, palveluiden mahdollisuuksista, huomioitavista asioista käyttöönottaessa ja tutustutaan pilvipalveluiden erilaisiin muotoihin sekä käyttöönottomalleihin.

Tiedon tallentamista esimerkiksi kodin tai toimiston sisäisessä verkossa ei lasketa pilvipalveluksi. Jotta palvelusta voidaan käyttää termiä pilvipalvelu, siihen täytyy päästä kärsiksi ainoastaan internetyhteyden välityksellä ja tiedon täytyy synkronoitua yleensä internetin ylitse. [1.]

Yrityksille pilvipalvelut tarjoavat lukuisia mahdollisuuksia uusien liiketoimintaratkaisujen alustana ja tietohallinnoille puolestaan uuden tavan tuottaa palveluja joustavammin ja säästää kustannuksissa. Pilvipalvelut tarjoavat etenkin yrityksille välineitä liiketoiminnan tukemiseen nopeasti muuttuvassa tietoteknisessä yhteiskunnassa ja toimintaympäristössä. Tarvittaessa yrityksen muuttuessa myös kapasiteettia voidaan kasvattaa tai pienentää. Yksinkertaisimmillaan pilvipalvelut tarjoavat tavan tallentaa tietoa, ylläpitoa ja eri ohjelmien käyttämistä tarvitsematta omaa kovalevyä. [2.]

Pilvipalveluita voidaan käyttää nykyisin missä ja milloin vain, turvallisuudesta tinkimättä, kun internetyhteys toimii, jolloin ne tuovat tiedon ja välineet käytettäväksi silloin, kun niitä tarvitaan tehostaen työntekoa. [3.]

Pilvipalvelut ovat edelleen uusi ja nopeasti kehittyvä teknologia, jonka määritelmä kehittyy koko ajan uuteen muotoon. Yhdysvaltalaisen National Institute of Standards and Technologyn (NIST) määritelmää pilvipalveluista ja niiden vaatimuksista pidetään edelleen virallisena mutta jopa se on muuttunut vuosien saatossa. Näistä muutoksista huolimatta NIST:yn määritelmää käytetään edelleen pohjana, kun määritellään pilvipalvelun kriteereitä. [4.]

2.1 Keskeisimmät piirteet

Pilvipalvelujen suosion kasvaessa monet yritykset pyrkivät hyötymään ihmisten kiinnostuksen noususta ja myymään palveluita, jotka eivät oikeasti täytä pilvipalvelujen kriteereitä. Pelkästään se, että palvelu on käytettävissä verkossa, ei riitä kriteeriksi kutsua tuotetta pilvipalveluksi. [4.]

NIST määrittelee pilvipalveluihin kuuluvan viisi keskeistä tunnistettavaa piirrettä, jotka täytettyään palvelua voidaan kutsua pilvipalveluksi. Näitä piirteitä ovat itsepalvelu ilman ylläpitäjää tai tukihenkilöä, nopea joustavuus, mitattavissa oleva käytön määrä, laaja pääsy verkkoon ja resurssien yhdistäminen. [5; 6.]

National Institute of Standards and Technologyn laatima määritelmä on täysin teknisestä näkökulmasta, mikä kuvaa hyvin pilvipalveluiden tärkeimpiä ja keskeisiä ominaisuuksia. [5; 6.]

2.1.1 Itsepalvelu

Itsepalvelusta puhuttaessa tarkoitetaan tilannetta, jossa käyttäjä voi pyytää ja saada pääsyn palveluun sekä saada käyttöönsä erilaisia tietoteknisiä resursseja ilman erillistä välittäjää. Pääsyn palveluun lisäksi käyttäjä voi saada käyttöönsä erilaisia ohjelmistoja, suoritustehoa ja tallennustilaa riippuen palvelun tarjoajasta. Palvelun ylläpitäjien tai tukihenkilöiden ei tarvitse tällöin täyttää pyyntöjä manuaalisesti, mikä tarkoittaa pyyntöjen prosessoinnin ja täyttämisen olevan täysin automaattista. Itsepalvelun avulla palveluiden käyttäminen ja niihin käsiksi pääseminen nopeutuu. Tästä käytetään yleisemmin nimitystä on-demand self-service eli itsepalvelu tarpeen vaatiessa. [4.]

2.1.2 Laaja käytettävyys

Useimmiten tarvitaan ainoastaan tavallista internetyhteyttä, jotta palveluita ja sovelluksia voidaan käyttää. Koska vaatimukset käyttöön ovat yksinkertaiset, myös pilvipalvelut ovat helposti käytettävissä. Tästä käytetään termiä laaja käytettävyys, millä tarkoitetaan asiakkaalle käytettävissä olevia ominaisuuksia verkon kautta. Kun käyttäjällä on käytet-

tävissä jokin alusta, pilvipalvelut ovat tällöin käytettävissä milloin vain, esimerkiksi kannettavalla tietokoneella, älypuhelimella, työpöydällä tai tabletilla. Asiakassovelluksilla on mahdollista käyttää asiakkaan esimerkiksi omilla sivuilla sijaitsevia resursseja. [4.]

Hitailla internetyhteyksillä raskaiden asiakasohjelmien lataaminen voi kestää todella kauan, mikä voi johtaa viiveen syntymiseen asiakasohjelmaa käyttävälle käyttäjälle tämän kommunikoidessa paljon palvelun kanssa. Tämän vuoksi on suositeltavaa käyttää enimmillään kevyttä asiakasohjelmaa, jonka avulla käyttäjät pääsevät nopeasti ja ilman viiveitä käsiksi palveluun. [4.]

2.1.3 Resurssien yhdistäminen

Resurssien yhdistämisellä (englanniksi resource pooling) säästetään kuluissa, mikä luo joustavuutta erityisesti palveluntarjoajalle. Yksinkertaisuudessaan resurssien yhdistäminen pohjautuu täysin siihen, että yksi asiakas ei koko ajan tarvitse kaikkia resursseja, joita palvelu hänelle tarjoaa. Ne voidaan antaa käyttöön toiselle asiakkaalle tyhjäkäynnin sijaan. Tällä tavalla palvelullaan kerralla useita asiakkaita, joko virtualisoinnilla tai monivuokrasuhdetta käyttäen, jolloin palveluntarjoajalle ei koidu niin sanottua hävikkiä. Toimintamalli antaa mahdollisuuden myös erikoistua pienempiin kokonaisuuksiin. Asiakas ei voi tietää resurssien fyysistä sijaintia tai muotoa, koska fyysinen laskentateho on asiakkaalle näkymätöntä. [4.]

2.1.4 Nopea joustavuus

Nopealla joustavuudella, englanniksi rapid elasticity, tarkoitetaan kykyä muuntaa palvelun resurssit täyttämään käyttäjän eri tarpeita nopeasti. Tällä tarkoitetaan sitä, asiakkaan käytössä olevat resurssit eivät ole staattisia vaan nopeasti muotoutuvia täyttämään asiakkaan tarpeet. Vaikka laitteistoinfrastruktuurit ovat valmiina käyttäjien tarpeiden täyttämiseen, niitä ei yleensä käytetä ennen kuin niille on oikeasti tarvetta. Halutessaan asiakas voi nostaa tai vähentää resursseja milloin vain, eikä mikään estä tätä. [4.]

Nopea joustavuus antaa mahdollisuuden käsitellä käyttäjämäärästä syntyviä lyhytkestoisia piikkejä, joita tavataan esimerkiksi nettisivuilla eri viikon aikoina – keskiarvoltaan kävijämäärä voi olla sama pitkin viikkoa, mutta esimerkiksi viikonloppuisin saattaa tulla isoja kävijämääriä, jotka aiheuttavat piikkejä. [4.]

2.1.5 Mitattava palvelu

Tavallisesti puhuttaessa mitattavasta palvelusta tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin pilvipalvelu kykenee mittamaan siihen kohdistuvan käytön määrää. Mitattavia ominaisuuksia pilvipalveluissa yleensä ovat esimerkiksi, kuinka kauan palvelua on käytetty tai paljon dataa on siirretty. Useimmiten tahot, jotka tarjoavat pilvipalveluita asiakkaille, suosivat niin sanottua pay as you go -laskutusta. Laskutusmallissa käyttäjä maksaa ainoastaan käyttämistään resursseista eikä mistään ylimääräisestä. Tämä tarjoaa käyttäjälle mahdollisuuden olla sitoutumatta pilvipalveluihin pidemmäksi aikaa kuin mitä on tarvetta ja avoimuutta käyttäjän maksaessa vain käyttämistään resursseista. [4.]

2.2 Käyttöönottomallit

Käyttöönottomalleilla määritellään, missä palvelinlaitteiden fyysinen sijainti on ja kuka toimii niiden ylläpitäjänä. Käyttäjillä on aina omat motiivit ja tavoitteet, mihin he tarvitsevat ja mitä he haluavat pilvipalveluilta, miten niitä halutaan käyttää ja kuinka paljon hallittavuutta käyttäjille annetaan pilvipalveluissa.

Käyttöönottomalleja on pilvipalveluissa lukuisia eri tarpeisiin mukautuen, joista neljä yleistä ovat julkinen, yksityinen, yhteisöllinen ja hybridi. [4.]

2.2.1 Julkinen

Julkisessa pilvessä eli public cloudissa fyysiset laitteet sijaitsevat aina palveluntarjoajan omissa tiloissa. Käyttäjä ei ole vastuussa laitteiston ylläpidosta ja huoltamisesta, vaan työ kuuluu palveluntarjoajalle. Käyttäjälle jäävät tässä tilanteessa ainoastaan vastuu ohjelmistoista ja asiakasohjelmista, jotka ovat asennettuina loppukäyttäjän laitteistoihin. [4; 7; 8.]

2.2.2 Yksityinen

Järjestelmät ja resurssit sijaitsevat fyysisesti käyttäjän omissa tiloissa. Käyttäjä on tällöin vastuussa laitteiston ylläpidosta sekä mahdollisesta huollosta. Vastuu loppukäyttäjien laitteistoihin asennetuista ohjelmistoista ja asiakasohjelmista jää myös käyttäjälle. Yksityiseen pilveen yhteys otetaan yleensä LAN- tai WAN-verkkojen kautta. Yleensä tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että palveluun päästään käsiksi esimerkiksi internetyhteyttä tai VPN-verkkoa käyttämällä. [9; 10.]

2.2.3 Yhteisöllinen

Yhteisöllisessä pilvessä eli community cloudissa pilvimuotoa kutsutaan puolijulkiseksi. Yksinkertaisesti tällä tarkoitetaan pilven jakamista käyttäjäyhteisön kesken. Sillä on useimmiten yhteinen tehtävä tai tarkoitus. Koska käyttäjäyhteisöllä on yleensä yhteinen tarkoitus, yhteisö ei halua käyttää julkista pilveä, joka on avoin kaikille. Tämä yleensä johtuu siitä, että yhteisö haluaa enemmän yksityisyyttä tiedoilleen kuin mitä julkinen pilvi voi tarjota. Vastuuta ylläpitämisestä ei kuitenkaan haluta vaan se jaetaan muiden kanssa. [4.]

2.3 Hybridi

Hybridipilvi eli hybrid cloud puolestaan on yhdistelmä kahdesta tai useammasta käyttöönottomallista. Hybridipilvi voi tehdä ympäristöstä huomattavasti monimutkaisemman. Tämä johtuu siitä, että käyttöönottomalleja ei ole sekoitettu yhdeksi hybridipilvissä vaan ne ovat erillisinä, mikä tuo samalla joustavuutta. [4; 11.]

2.4 Palvelumallit

Palveluntarjoajien dokumentaatioissa pilvipalvelu-termi toistuu erittäin usein. Käsitteenä se on kuitenkin hyvin laaja alue, joka sisältää erilaisia pilvipalvelun muotoja. Pilvipalvelut rinnastetaan kuvaamaan yleensä uusien tietoteknisten palveluiden tuottamisen sekä käyttämisen mallia. Tavallisesti siihen kuuluu verkon kautta asiakkaille tarjottavia muun muassa virtuaalisia ja skaalautuvia resursseja. [4.]

2.4.1 Ohjelmisto palveluna - SaaS

Software as a Service (SaaS) eli ohjelmisto palveluna -malli on rajoitetuin ja käytetyin kolmesta palvelumallista mutta samalla yksinkertaisin ja vähiten käyttäjältä aktiivisuutta vaativa. Käyttäjälle palvelumalli tarjoaa muun muassa kolmannen osapuolen sovelluksia eli ostettuja palveluita. Näihin päästään tavallisesti käsiksi jonkin asiakasohjelman avulla. Usein kyseiset palvelut ovat selainkäyttöisiä, kuukausittain laskutettavia ja välittömästi käyttövalmiita ilman asennuksia, lisenssejä tai muita tarvittavia investointeja. Tämä poistaa tarpeen asentaa ja suorittaa sovelluksia yksittäisillä tietokoneilla ja sen avulla esimerkiksi yritykset voivat yksinkertaistaa ylläpitoa ja teknistä tukea, koska palveluntarjoaja huolehtii kaikesta. [12; 13.]

Kunhan verkkoyhteys on asiakkaan käytettävissä, Software as a Service -pohjalle rakentuvia ohjelmistoja voidaan käyttää lähes aina kaikilla mahdollisilla päätelaitteilla. Mallia pidetään tästä syystä nopeimmin yleistyvänä pilven muotona. Tulevaisuudessa on hyvin mahdollista, että myös perinteiset työpöytä- sekä palvelinohjelmistot tulevat saamaan SaaS-palvelumallin omaavia piirteitä. [14.]

2.4.2 Sovellusalusta palveluna - PaaS

Sovellusalusta palveluna (englanniksi Platform as a Service), joka paremmin tunnetaan PaaS-palvelumallina, tarkoittaa yleensä esimerkiksi ohjelmakehitysalustaa, joka antaa laskentatehoa. Se skaalautuu käyttäjän tarpeen mukaan ja on suunnattu suurimmaksi osaksi sovelluskehittäjille, jotka saattavat haluta esimerkiksi yksinkertaistaa kehitysprosesseja siirtämällä hallintaa enemmän palveluntarjoajille. PaaS-palvelumalli tekee sovelluksien kehityksestä, testauksesta ja julkaisemisesta huomattavasti kustannustehokkaampaa ja poistaa yleensä tarpeen ostaa palvelinlaitteistoja tai ohjelmistoja. Palveluilla kehitetään etenkin www- ja mobiilisovelluksia, joiden kehityskomponentit ovat aina valmiiksi konfiguroituja sekä ylläpidettyjä. [12; 15.]

Asiat, joita käyttäjä joutuu ylläpitämään, erottavat SaaS- ja PaaS-palvelumallit toisistaan. PaaS-mallissa palveluntarjoaja ylläpitää muun muassa ajoaikaa, käyttöjärjestelmää, vir-

tualisointia, palvelimia, tiedon tallennustilaa ja verkkoyhteyksiä. Käyttäjän vastuulle puolestaan jää ainoastaan ylläpitää sovellusta ja tietoa, minkä takia PaaS-malli on helposti skaalattavissa eikä käyttäjien tarvitse huolehtia esimerkiksi alustan päivittämisestä tai palvelun katkeamisesta mahdollisten huoltotoimenpiteiden aikana. [12.]

Vaikka PaaS-palvelumalli on IaaS-mallia huomattavasti rajallisempi, se tarjoaa huomattavasti enemmän vastineeksi helpotusta toistuviin ylläpidollisiin tehtäviin ja pyrkii minimoimaan käyttäjäyrityksessä oman tietohallinnon tarpeen. Kyseistä palvelumallia käyttämällä voi saada suuria säästökuluja etenkin IT-palveluissa mutta toisaalta samalla käyttäjä menettää täyden kontrollin omiin IT-palveluihin. [15.]

2.4.3 Infrastruktuuri palveluna - IaaS

Infrastruktuuri palveluna eli IaaS-palvelumalli on suunnattu yrityksille, jotka haluavat toiminnassaan ulkoistaa esimerkiksi laitteita tai resursseja, kuten palvelimia, tallennustilaa ja verkkoelementtejä. Toisin sanoen IaaS tarjoaa tietokoneinfrastruktuurin ja käytännössä tarkoittaa palvelimien sekä palvelinsalien ulkoistamista eli palveluntarjoaja antaa käyttäjän asentaa virtuaaliset palvelimet heidän laitteistoihinsa. Vaikka IaaS-palvelumalli on kaikista joustavin, se on myös vaativin – IaaS-palveluja voidaan esimerkiksi pitää käynnissä ainoastaan vain silloin, kun niille on olemassa käyttäjiä. [12; 16.]

Verrattuna muihin palvelumalleihin käyttäjällä on enemmän mahdollisuuksia muokata palvelua, mutta vapauden mukana tulee myös paljon vastuuta. Käyttäjä itse on vastuussa asioista, jotka puolestaan PaaS-palvelumallissa ovat automatisoituja. Esimerkiksi vastuu tietoturvasta ja skaalautuvuudesta ovat suurempia kuin muissa malleissa. Käyttäjän vastuulla ovat myös laskutuksen seuraaminen, jotta laskutus vastaa käytettyjä resursseja. IaaS-mallissa on käyttäjän vastuulla ylläpitää ja sovellusta, tietoa, ajoaikaa sekä käyttöjärjestelmää. Myös mahdolliset päivitykset ja niiden käyttöönotto ovat täysin käyttäjän vastuulla. Käyttäjän on myös otettava huomioon palveluntarjoajan mahdolliset häiriöajat palvelusta tehtävässä riskianalyysissä. IaaS-palvelumalli vapauttaa kuitenkin paljon tietohallinnon resursseja ylläpidosta muihin hankkeisiin. [12; 16.]

3 Tietoturvaongelmat pilvipalveluissa

Pilvipalveluissa tietoturvaa pidetään yhtenä merkittävimpinä ongelmina ja sen ympärille on tehty paljon tutkimusta palveluiden kehityksen myötä. Suurimpia huolenaiheita edelleen on pilveen siirryttäessä tietoturva. Asiakkaan näkökulmasta etenkin palveluntarjoajien täysin rajaton pääsy asiakkaan dataan ja tietoihin luo epävarmuutta palvelun käytön suhteen. Myös perinteisemmät tietoturvaongelmat ovat pilvipalveluissa unohtamatta sitä, että verkkopalvelut, jotka toimivat pilvessä, ovat ainoastaan yhtä luotettavia kuin itse pilvipalvelu, jota asiakas käyttää. Edellä mainitut riskit ovat yleisimpiä asiakkaiden huolenaiheita pilvipalveluja käytettäessä. [17.]

3.1 Pilvipalveluiden tietoturva-vaatimukset

Tietoturvalliselta palvelulta aina saavutettaviksi edellytettävät vaatimukset koskevat IaaS-palveluntarjoajaa sekä palvelun asiakasta. Tyypillisimpiä tapauksia ovat sellaiset, joissa asiakas siirtää pilvipalvelussa laitteiston fyysisen ylläpidon täysin palveluntarjoajalle, mikä on yksi suurimmista huolenaiheista pilvipalveluissa. Asiakkaan näkökulmasta tämä on yksi suurimmista eduista mutta siirrettäessä ylläpito palveluntarjoajalle, fyysinen hallinta menetetään ja laitteisto joudutaan jakamaan muiden kanssa. Samalla asiakas luottaa datansa sekä yksityisyytensä palveluntarjoajalle täysin. Erilaiset ominaisuudet pilvipalveluissa luovat poikkeavat vaatimukset tietoturvaan. [17.]

3.1.1 Saatavuus

Yhtenä pilvipalvelujen tärkeimmistä avainelementeistä pidetään saatavuutta. Huolimatta siitä, mitä pilvipalvelumallia käytetään, ei palvelusta ole mitään arvoa, ellei se ole asiakkaalle saatavilla tarvittaessa. Sopimuksessa määritellään aina tietynasteinen palvelutaso ja on erittäin tärkeää etenkin asiakkaan kannalta tuntea sopimusvelvoitteet. Palvelu on mahdollista sulkea, jos asiakas rikkoo ehtoja tai palvelun maksamisessa esiintyy ongelmia. Asiakas saattaa menettää datansa joko pysyvästi tai kunnes hän maksaa sopimuksessa määritellyn summan korkoineen. [17.]

3.1.2 Luottamuksellisuus

Luottamuksellisuuden puutetta on pidetty pilvipalveluissa merkittävimpana huolenaiheista. Luottamuksellisuudella tarkoitetaan sitä, että asiakkaan lähettämä data ja tieto pidetään salassa tallennuksen ja siirron aikana eikä esimerkiksi kolmas osapuoli pääse siihen käsiksi. Palveluntarjoajan aseman takia on erittäin helppo päästä käsiksi asiakkaan dataan, minkä takia asiakkaan ja palveluntarjoajan välinen luottamus on erittäin tärkeä elementti. Kolmannen osapuolen iskuista ei kuitenkaan ole ainoastaan vastuussa palveluntarjoaja, sillä myös asiakas voi esimerkiksi tahattomasti paljastaa salasanan aiheuttaen tietoturvauhan. Tällaisessa tilanteessa asiakas on itse vastuussa syntyvästä uhasta, ei palveluntarjoaja. [17.]

3.1.3 Eheys

Tietoturvan alueella eheydellä yleensä tarkoitetaan tiedon oikeellisuutta sekä kuinka hyvin ne pitävät paikkansa. Pilvipalveluissa tällä on erittäin tärkeä asema, koska tiedonsiirto palveluntarjoajan datakeskuksiin tapahtuu oletusarvoisesti aina epäluotettavaa verkkoyhteyttä pitkin unohtamatta mahdollisia ohjelmistovirheitä, jolloin on riskinä tiedostojen ja datan vioittuminen siirtovaiheessa. Myös asiakkaan täytyy pystyä tällaisissa tapauksissa luottamaan siihen, että kolmas osapuoli ei oikeudettomasti pääse käsittelemään tallennettuja tiedostoja. Esimerkiksi digitaalisilla allekirjoituksilla on pyritty ratkaisemaan eheyteen liittyviä ongelmia pilvipalveluissa. [17.]

3.1.4 Pääsynvalvonta

Pääsynvalvonnalla tietoturvan alueella tavallisesti tarkoitetaan sitä, että palveluiden käyttäjiä sekä esimerkiksi heidän käyttöoikeuksiaan voidaan hallinnoida tarvittaessa ja käyttäjät ovat tarpeen tullen tunnistettavissa. Käyttäjätunnuksen, salasanan ja erilaisten kryptografisten avainten avulla yleensä kontrolloidaan pääsynvalvontaa, mikä on erittäin tärkeää pilvipalveluissa, koska käyttäjillä voi vaihtelevasti olla erilaisia käyttöoikeuksia palveluun. Myös palvelu voi sisältää eri käyttäjiltä muun muassa henkilökohtaisia tiedostoja sekä tietoja, jotka väärin käytettyinä saattaisivat johtaa esimerkiksi identiteettivarkauksiin. [17.]

3.1.5 Hallinta

Hallinnalla tarkoitetaan käyttäjän kykyä hallinnoida, esimerkiksi tiedostojen poistamiselta palvelimelta, infrastruktuurin tarjoamia resursseja reaaliajassa. Tästä johtuen käyttäjällä täytyy olla oikeudet muun muassa palvelun tarjoaman tilan ja näkyvyyden kontrollointiin. Hallinnointi yleensä tapahtuu jonkinlaisen rajapinnan kautta. [17.]

3.1.6 Seuranta

Käyttäjä voi seurannan avulla tarkastella yksityiskohtaisesti infrastruktuurin tilaa saaden reaaliaikaista tietoa. Halutessaan voidaan valita, mitä tietoja seurataan ja saada tietoa esimerkiksi verkon kuormitusasteesta tai levytilan käyttöasteesta riippuen, millä tiedoilla on tarvetta sillä hetkellä ja mitä halutaan tarkastella. [17.]

4 Microsoft SQL Server

Microsoft SQL Server on tietokantojen luotiin ja ylläpitoon erikoistunut ohjelmisto. Sillä voidaan toteuttaa relaatiotietokantoja, ja se toimii tietokanta-pohjaisena alustana, jolla käyttäjät voivat muun muassa säilyttää ja muokata tallennettua tietoa. Käyttäjä voi halutessaan lisätä tai hakea tietokannan sisältämää tietoa käyttäen hyödyksi muita yhteensopivia ohjelmistoja. Käyttäjän on mahdollista lisätä ja hakea tietoja kannasta ilman, että tarvitsee olla käytössä erillistä ohjelmaa. Tämä onnistuu ohjelmiston oman käyttöliittymän kautta mutta ei kuitenkaan ole käyttäjän näkökulmasta käytännöllistä etenkin suurien tietokantojen kohdalla.

Ohjelmisto soveltuu kätevästi erikokoisten tietokantojen ylläpitoon. Halutessaan käyttäjän on mahdollista asentaa ohjelmisto paikallisesti esimerkiksi omalle koneelle työpaikalle, jos tarkoituksena on muokata kooltaan pienikokoista tietokantaa. Tällaisissa tapauksissa tietokannan hallinnointi tapahtuu paikallisesti käyttäjän omasta toimesta. Suuremmissa toteutuksissa ohjelmisto on asennettavissa esimerkiksi erilliselle palvelimelle. Tällöin käyttäjä voi hallinnoida tietokantaa monilla eri päätteillä niin kauan, kun internetyhteys on käytettävissä.

Palvelinten pääasiallisena tehtävänä on datan säilyttäminen ja vastaanottaminen, jota muut ohjelmistot tarvitsevat ja hyödyntävät myöhemmin. Palvelimia tarvitsevat ohjelmistot voivat olla saman tietokoneen tai verkon sisällä. Pyynnöt muokata tai esimerkiksi lähettää dataa tapahtuvat SQL-komennoilla eli queryillä. SQL Server Management Studio tarjoaa paljon erilaisia toimintoja, jotka on suunniteltu mahdollisimman käyttäjäystävällisiksi ja mahdollisimman helposti käytettäväksi.

4.1 Historia

SQL Server -ohjelmiston ensimmäinen versio julkaistiin vuonna 1989. 1980-luvun lopulla Microsoft ja Sybase ryhtyivät keskenään yhteistyöhön. Yhteistyön tarkoituksena oli luoda uusi ohjelmisto, joka toimisi kilpailevana IBM:ää ja Oraclea vastaan. Edellä mainitut yritykset olivat tuohon aikaan vaikutusvaltaisia ja hallitsivat yritystason tietokantamarkkinoilla. [18.]

Yhteistyö Microsoftin ja Sybasen välillä kuitenkin loppui yllättäen 1990-luvun alkupuolella. SQL Server -ohjelmiston versio 6.0 julkaistiin myöhemmin vasta vuonna 1995. Se oli aivan ensimmäinen NT-käyttöjärjestelmille suunniteltu versio. Kyseinen versio oli myös tähän mennessä ensimmäinen ohjelmiston versio, jonka kehitykseen Sybase ei ollut osallinen millään tavalla. [19.]

Seuraava SQL Server -versio julkaistiin vuonna 2000. Tämä SQL Serverin versio oli tähän mennessä ensimmäinen täysipainoinen versio, joka keskittyi täysin relaatiotietokantojen hallintaan. Kaikki ohjelmiston sisältämä koodi oli täysin uudelleen kirjoitettu, joten uuteen versioon ei tullut koodia, joka olisi ollut perintöä aikaisemmista versioista tai yhteistyönä tehty Sybasen kanssa. [18.]

Seuraava uusi, suuri päivitys julkaistiin vuonna 2005. Tämän version suurimmat uudistukset liittyivät lähinnä sen tarjoamaan XML-tukeen. Vuoden 2005 päivitys muutti versiossa myös ohjelmiston toimivuutta virheiden tunnistuksessa SQL-lauseita ajettaessa. [18.]

Microsoft SQL Server 2008 julkaistiin vuonna 2008. Suurimpiin uudistuksiin uudessa versiossa kuuluivat muun muassa suorituskyvyn paraneminen sekä helpompi käytettävyys. Uuden version myötä Microsoft toi myös ohjelmistoon uusia datatyyppejä. Uudet datatypit helpottivat huomattavasti käytettävyyttä, sillä ne mahdollistivat tietokannan tietojen raportoinnin aikaisempaa yksinkertaisemmin. [18.]

Vuonna 2010 Microsoft julkaisi uuden SQL Server 2008 R2 -version, joka on paranneltu versio alkuperäisestä vuoden 2008-versiosta sekä rakennettu sen perustalle. Tämä versio pyrki parantamaan teknisiä ominaisuuksia, jotka päivitettiin version myötä vastaamaan 2010-luvun vaatimuksia ja helpottamaan ohjelmiston käyttöä entisestään. [18.]

Vuoden 2012 lokakuussa Microsoft julkaisi jälleen SQL Server -ohjelmistosta uuden version, jonka tarkoituksena oli pyrkiä edistämään pääsemistä käsiksi tietokantoihin aikaisempaa helpommin. Ohjelmisto ei tuonut suuremmin muutoksia itse ohjelmistoon mutta tarjosi pieniä parannuksia ja pyrki olemaan aikaisempia versioita enemmän käyttäjäystävällisempi.

Vuoden 2014 huhtikuussa Microsoft julkaisi SQL Server -ohjelmistosta uuden version, jonka suurimpia muutoksia oli ohjelmiston sisäinen muisti. Toisin kuin aiemmin, uudessa SQL Server 2014 -versiossa kaikki taulukot pystyttiin tallentamaan ohjelmistoon riippumatta niiden koosta. Tämä uudistus tarkoitti sitä, että taulukoita ei tarvinnut erikseen enää tallentaa esimerkiksi ulkoiselle kovalevylle.

SQL Server 2016 on kesäkuussa 2016 julkaistu ja tällä hetkellä edelleen uusin versio ohjelmistosta. SQL Server 2016 muutti ohjelmistoa niin, että se toimii nykyisin ainoastaan x64-prosessoreilla.

4.2 Asennus

Asennettaessa Microsoft SQL Server -ohjelmisto palvelimelle järjestelmässä tapahtuvat työt jaetaan yleensä asiakas- ja palvelinkoneiden välille. Käytännössä tällä tarkoitetaan vain sitä, että asiakastietokoneet, joita voi olla useita tilanteesta riippuen, ovat vastuussa tietokannan sisältämän aineiston tuottamisesta. Palvelintietokoneen tehtävänä puolestaan on hallinnoida, kun taas käyttäjän ylläpitää tietokantaa sekä jakaa resursseja asiakastietokoneiden käyttöön.

4.3 Tietokanta

Tietokanta muodostuu vähintään yhdestä taulusta tai useammasta, jonne tiedot tallennetaan. Tietokannan sisältämät taulut puolestaan sisältävät kenttiä, joiden avulla sisällytetty tieto on järjestyksessä halutulla tavalla.

Jokaisella taulun sisältämällä kentällä on aina oma datatyyppinsä, esimerkiksi integer tai varchar, joka määrittelee muodon kyseiseen kenttään syötettävälle tiedolle. Käyttäjä ei voi siis syöttää satunnaisesti mitä tahansa tietoa kenttiin, minkä takia esimerkiksi integer-tyyppiseen kenttään ei voida syöttää tekstimuotoista dataa. Taulukossa 1 on listattuna yleisimpiä datatyppejä ja etenkin niitä, joita on käytetty harjoitustietokannan taulun luomisessa.

Taulukko 1. Yleisimmät tietokantojen tauluissa käytetyt datatyyppit

Datatyyppi	Vaaditun tiedon syöttömuoto	Esimerkki
Integer	Syötettävän tiedon muoto täytyy olla numeerinen.	1, 23, 456
Varchar(30)	Tiedon täytyy olla tekstimuodossa, jonka suluissa on määritelty tekstin enimmäispituus.	Esimerkki, sana
Decimal	Numeerinen tieto, jossa tarvitaan desimaaleja. Desimaalit erotellaan pisteellä pilkun sijaan. Lukumäärä on muutettavissa.	18.25

Kuvassa 3 on esitettynä opinnäytetyössä tehty esimerkkietokanta ja sen taulu, jossa näkyy malli, kuinka useampi rivi tietoa voidaan lisätä tauluun kerralla. Kuvan alareunassa on näkyvillä, miltä taulu näyttää konkreettisesti lisätyn tiedon kanssa.

The screenshot shows a SQL Server Enterprise Manager interface. On the left, the 'Object Explorer' pane shows the database structure. The main window displays a SQL query window with a large INSERT statement. The results window at the bottom shows the data inserted into a table.

Number	Name	Type_1	Type_2	Ability_1	Ability_2	HiddenAbility	Evolution	Female_Pos	Male_Pos	EggGroup_1	EggGroup_2	Height	Weight
104	Magreron	Electric	Steel	MagnetPull	Sturdy	Analytic	Magnezone	0.00	0.00	Mineral	None	1	60
105	Faefetched	Normal	Flying	KeenEye	Focus	Defiant	None	50.00	50.00	Pfying	Field	0	15
106	Doduo	Normal	Flying	RunAway	EarlyB	TangledFeet	Dodrio	50.00	50.00	Pfying	None	1	39
107	Dodrio	Normal	Flying	RunAway	EarlyB	TangledFeet	None	50.00	50.00	Pfying	None	1	85
108	Seel	Water	None	ThickFat	Hydrat	IceBody	Dewgong	50.00	50.00	Water	Field	1	90
109	Dewgong	Water	Ice	ThickFat	Hydrat	IceBody	None	50.00	50.00	Water	Field	1	120
110	Gimer	Poison	Dark	Stench	Sticky	PoisonTou	Muk	50.00	50.00	Amorphous	None	0	30
111	AlolanGimer	Poison	Dark	PoisonTouch	Gluttony	PowerORA	AlolanMuk	50.00	50.00	Amorphous	None	0	42
112	Muk	Poison	Dark	Stench	Sticky	PoisonTou	None	50.00	50.00	Amorphous	None	1	30
113	AlolanMuk	Poison	Dark	PoisonTouch	Gluttony	PowerORA	None	50.00	50.00	Amorphous	None	1	52

Kuva 1. Esimerkki taulun muokkauksesta ja ulkonäöstä SQL Serverissä tammikuussa 2017.

SQL Server -ohjelmistossa on sisäänrakennettu tiedon oikeellisuuden tarkastus. Käyttäjälle tämä on hyvä, sillä se antaa käyttäjälle automaattisesti virheilmoituksen, jos tietokantaan yritetään esimerkiksi syöttää tietoa virheellisessä muodossa.

5 Microsoft Azure

Microsoft Azure tarjoaa käyttäjilleen ohjelmistona Windows-pohjaisen ympäristön, jossa käyttäjät pystyvät käyttämään sovelluksia ja toimimaan samanaikaisesti niiden isäntänä. Ideana palvelussa on se, että käyttäjien ei tarvitse ajaa ohjelmistoja omille päätteilleen vaan palvelimet sijaitsevat fyysisesti Microsoftin omissa palvelinkeskuksissa, joita on lukuisia ja joita Microsoft ylläpitää. Microsoft Azure toimii näiden palvelimien päällä tallentaen dataa pilveen. Microsoft Azure on periaatteessa kuin käyttöjärjestelmä palvelinkeskuksille samaan tapaan kuin Windows-käyttöjärjestelmä on yksittäisille koneille. Palvelimien suuri määrä ja niiden lukuisten resurssien yhdistäminen takaavat käyttäjälle korkean tason suorituskyvyn isäntäohjelmia käytettäessä. Microsoft Azure on PaaS-palvelumallia käyttävä pilvipalveluohjelmisto. [20.]

5.1 Historia

Lokakuussa 2008 Microsoft ilmoitti halunsa lähteä mukaan pilvipalveluliiketoimintaan ja paljasti tulevan palvelun olevan nimeltään Windows Azure. Käyttäjille palvelu avattiin helmikuussa 2010 sovellusalusta palveluna, joka laajentui vuonna 2013 myös infrastruktuuri palvelun puolelle. Vuoden 2014 maaliskuussa palvelu nimettiin uudelleen Microsoft Azureksi, jona se tunnetaan edelleen.

Kaikissa palveluissa on esiintynyt erilaisia palvelukatkoksia eikä Microsoft Azure ole millään tavalla poikkeus sääntöön. Kaikista katkoksista viisi voidaan lukea merkittäviksi, joista ensimmäinen suuri katkos tapahtui vuoden 2012 karkauspäivänä. Taustajärjestelmässä ei ollut huomioitu karkauspäivämäärää ja eriävät päivämäärät aiheuttivat järjestelmälle sekä sen käyttäjille suuria ongelmia. Heinäkuussa 2012 tapahtui toinen merkittävä palvelukatkos, joka aiheutti peräti kahden ja puolen tunnin mittaisen katkoksen Euroopassa. Tällä kertaa ongelmana oli väärin konfiguroitu verkkolaite, jota ei ollut huomattu ajoissa. Seuraava mittava palvelukatkos tapahtui vuoden 2013 helmikuussa, minkä aiheutti SSL-sertifikaatin vanheneminen. Ongelmat virtuaalikoneiden hallinnassa aiheuttivat uuden, neljännen, katkoksen saman vuoden lokakuussa. Viimeinen suuri katkos palvelussa raportoitiin marraskuussa 2014, jolloin yhteydessä olevassa verkkotilalevyssä havaittiin ongelmia. [21; 28.]

5.2 Palvelut

Microsoft Azure on pilvipalvelujen sovellusalusta, joka tarjoaa käyttäjilleen kehitysympäristön, lukuisia eri palveluita ja palvelun hallintaympäristön käytettäväksi Microsoft Azure -alustalle. Kehittäjille palvelu tarjoaa puolestaan laskentatehoa, tiedon varastointitilaa, skaalautuvuutta sekä muita palveluita internetin välityksellä. [12.]

Microsoft Azure toimii avoimena alustana, jonka tarkoituksena on tukea mahdollisimman monia Microsoftin ja muiden kehittäjien ohjelmointikieliä ja -ympäristöjä. Tämä antaa käyttäjille lähes rajattomat mahdollisuudet hyödyntää ohjelmistoa omien tarpeidensa mukaisesti. [29.]

Jotta palvelut olisi helpompi hahmottaa, ne yleensä jaotellaan neljään eri pääryhmään – laskentapalveluihin, jotka antavat prosessointitehoa ja joiden avulla suoritetaan pilvisovelluksia; verkkopalveluihin, jotka antavat vaihtoehtoja siihen kuinka sovelluksia voidaan toimittaa käyttäjille ja esimerkiksi tietokeskuksiin; datapalveluihin, jotka tarjoavat erilaisia tapoja tallentaa, hallita, turvata sekä analysoida yrityksen tietoa ja datan käyttöä ja sovelluspalveluihin, jotka tarjoavat lukuisia keinoja parantaa pilvisovellusten suorituskykyä, löydettävyyttä ja integroituvuutta. [29.]

5.3 Palvelukeskukset

Azure on käytettävissä 34 alueella maailman eri puolilla ja Azure-alueiden määrä kasvaa tasaista vauhtia. Palvelukeskusten sijainti helmikuussa 2017 on esitetty alla olevassa kuvassa. Pohjois-Euroopan palvelukeskus sijaitsee Dublinissa Irlannissa.



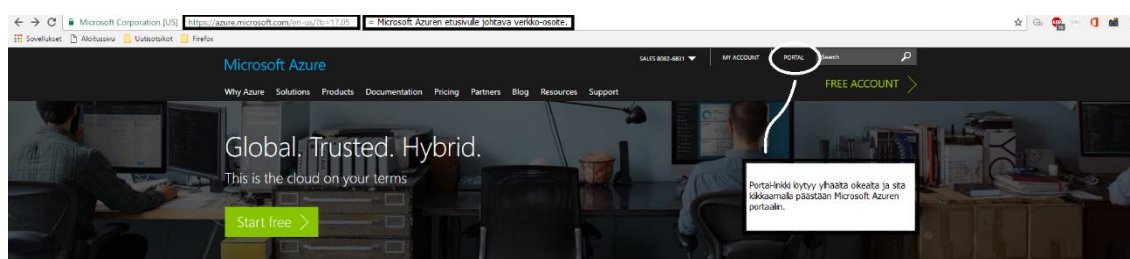
Kuva 2. Microsoft Azure -palvelukeskukset helmikuussa 2017.

6 Microsoft Azuren käyttöönotto

Insinööriyön kuudennessa luvussa käydään lävitse tarvittavat asiat, jotka lukijan tarvitsee tehdä Microsoft Azuren portaalissa. Luvussa kerrotaan, jotta voidaan ottaa Microsoft Azuren tarjoamat palvelut käyttöön. Esimerkkisovelluksessa käytetään Microsoft Azure -komponenttia SQL Databasea. SQL Azuren tietokannasta voidaan hakea dataa sekä lähettää se tulostettavaksi palvelinohjelman avulla.

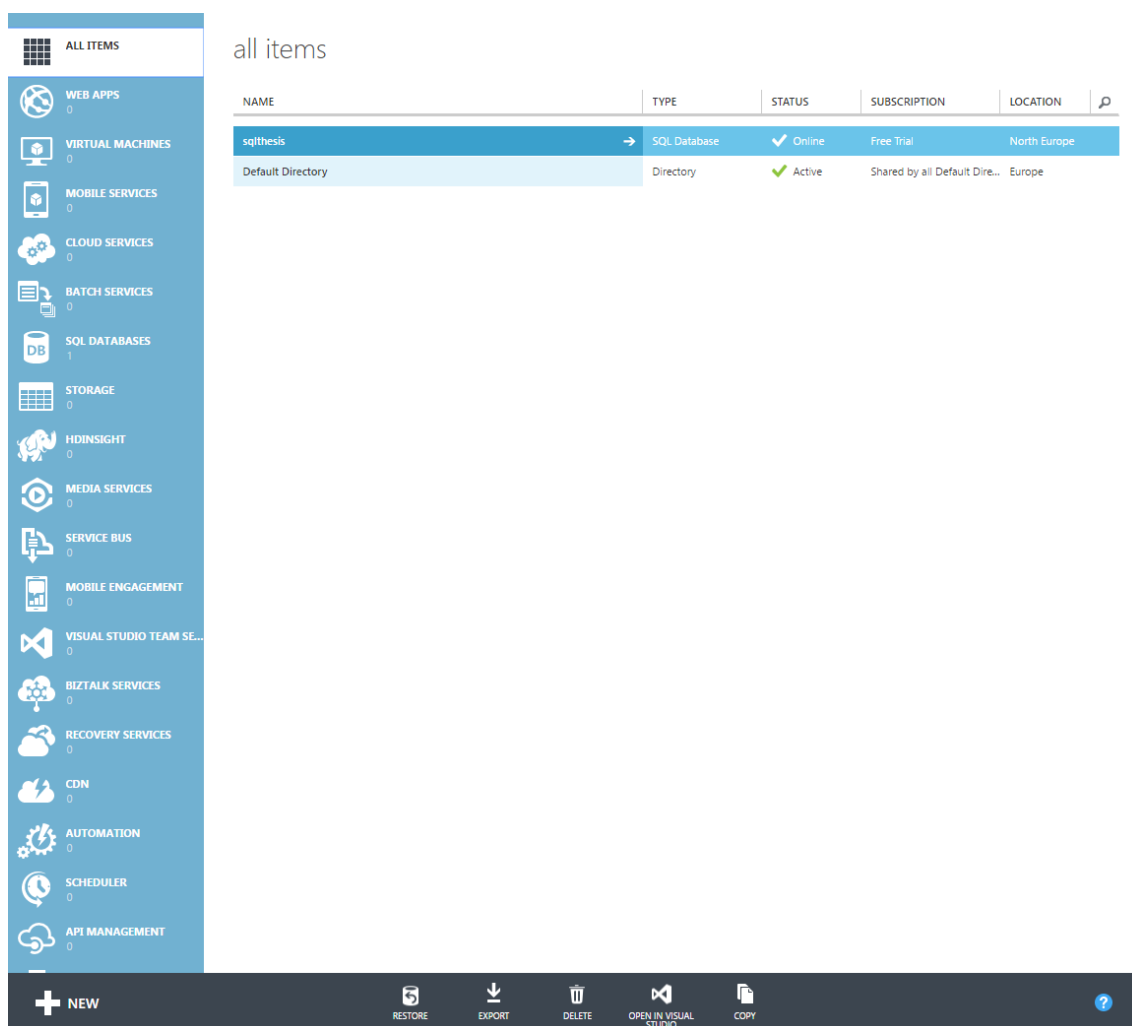
Osana Azure-alustaa SQL Azure antaa mahdollisuuden RDBMS-palveluiden käyttöön pilvessä. SQL Azure on Data as a Service (DaaS) -palvelumallinen komponentti. Käytännössä se on kuin SQL-palvelin pilvipalvelun sisällä, mikä mahdollistaa sen, että käyttäjän ei tarvitse erikseen asentaa sitä eikä toimia sen ylläpitäjänä. Käyttäjä voi keskittyä olennaiseen eli tietokannan rakentamiseen ja käyttöön. [20.]

Ensimmäinen vaihe Microsoft Azuren käyttöönotossa on tunnusten luominen. Nämä tunnukset mahdollistavat sen, että käyttäjä voi kirjautua palveluun jatkossakin. Komponenttien käytöstä tulevien kustannuksien ja mahdollisten maksusuorituksien takia tehtäviin tunnuksiin tarvitaan luotto- tai pankkikortti. Microsoft Azuren etusivut löytyvät osoitteesta: <http://www.microsoftazure.com/en-us/>. Etusivun yläreunasta löytyy linkki Portal, jonka kautta käyttäjä pääsee Microsoft Azuren portaaliin.



Kuva 3. Microsoft Azure -palvelun etusivut helmikuussa 2017.

Vaihtoehtoisesti, mikäli haluaa mennä suoraan portaaliin ja välttää turhaan menemästä Microsoft Azuren etusivulle, voidaan käyttää osoitetta: <https://www.windowsazure.com/>.



Kuva 4. Microsoft Azure -portaalin etusivun näkymä helmikuussa 2017 tulleen päivityksen jälkeen.

6.1 Azure SQL

SQL Azure on pilvitietokantapalvelu, joka on ensisijaisesti suunnattu ohjelmistosuunnittelijoiden käyttöön. Se tarjoaa mahdollisuudet luoda ja ylläpitää ohjelmistoja sekä palveluita helpommin ja tehokkaammin.

Jotta tietokantaa voidaan kutsua pilvitietokannaksi, sen täytyy toimia pilvipalvelussa ja siihen täytyy päästä käsiksi palvelun kautta. Hallinnoidut tietokannan palvelut pitävät huolta skaalautuvuudesta, varmuuskopioinnista ja korkeasta saavutettavuudesta. Azure SQL Database on hallinnoitu tietokantapalvelu, joka eroaa esimerkiksi Amazon AWS RDS:stä, joka puolestaan toimii säilöntäpalveluna.

Azure SQL sisältää sisäänrakennetun ohjelman, joka tunnistaa ja oppii sovellusten malleja ja kuvioita. Se mukautuu maksimoimaan suorituskyvyn, luotettavuuden ja tietosuojan.

Palvelusta ilmoitettiin jo vuonna 2009 mutta julkaistiin vasta seuraavana vuonna 2010. Ohjelmiston tärkeimpiin ominaisuuksiin kuuluu etenkin ohjelmiston kyky oppia yksilöllisiä malleja, mukautumiskyky ja automaattiset parannukset luotettavuudessa sekä tietosuojassa.

6.2 SQL-tietokannan luonti ja käyttö

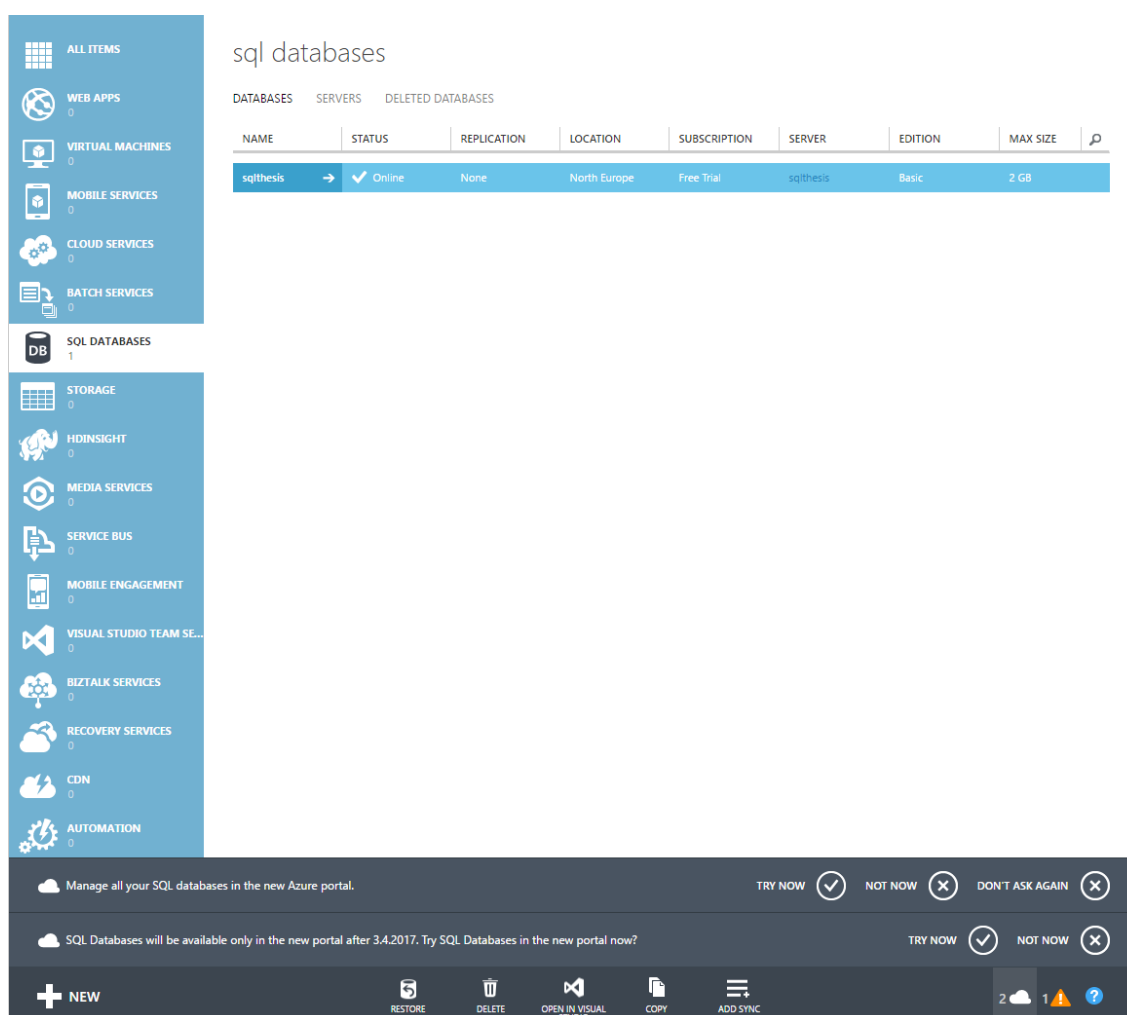
Tietokantojen käyttäminen on mahdollistettu kahdella eri tavalla Microsoft Azuressa. Ensimmäinen tapa käyttää Azure-ympäristöä on, että ainoastaan tietokanta sijaitsee pilvipalvelussa. Tällöin asiakkaan käyttämä tietokantasovellus sijaitsee asiakkaan omissa tiloissa, kuten kotona tai esimerkiksi työpaikalla. Asiakkaan on mahdollista päästä tietokantaan käsiksi millä tahansa TDS-protokollaa hyödyntävällä sovelluksella. Tiedonsiirto salataan yleensä SSL-yhteydellä. [20.]

Asiakkaan on mahdollista myös käyttää Azure-ympäristöä niin, että tietokanta sekä tietokantasovellus sijaitsevat pilviympäristössä. Tietokantaan yhdistämisen vaatimuksena on ainoastaan, että asiakkaalla on käytössä jokin web-pohjainen asiakasohjelma. [20.]

Luottamuksellisen tiedon siirtoa säännellään Euroopan unionin määräyksestä henkilötietolain viidennen pykälän avulla. Laki vaatii edellytykset henkilötietojen siirtämisestä EU:n ulkopuolelle varten. Henkilötietojen siirtäminen ei ole sallittua, jos vaadittavat edellytykset eivät täyty. Henkilötietolain tarkoituksena on turvata kaikkien EU-kansalaisten oikeudet ja toimia samalla perustana yritysten tiedonsiirrolle. Palvelukeskuksia sijaitsee Euroopan sisällä useita, jotka tarvittaessa pystyvät säilyttämään tiedon EU:n sisällä näin sovittaessa.

Uuden tietokannan luominen tapahtuu helposti SQL Azuren palvelussa. Vasemmalta listasta valitaan ensin vaihtoehto SQL Database, minkä jälkeen käyttäjä klikkaa vasemmalta alhaalta NEW-painiketta luoden uuden tietokannan. Käyttäjällä on valittavanaan kolme eri vaihtoehtoa, kuinka luoda uusi tietokanta. Käyttäjän perustarpeisiin riittää

yleensä Quick Create. Halutessaan käyttäjä voi kuitenkin määritellä tarkemmin tilattavan palvelun eli tässä tapauksessa SQL Azuren ominaisuuksia. Tällöin käyttäjän tulee puolestaan valita vaihtoehto Custom Create. Tietokantaa luodessa käyttäjän tulee antaa palvelulle nimi sekä maanosa, jonka palvelimia halutaan käyttää. Kannattavinta on valita itseään lähimpänä sijaitseva paikka, kuten esimerkiksi West Europe. Euroopassa valittavana on tällä hetkellä ainoastaan kaksi maanosapalvelua, joista toinen sijaitsee Pohjois-Euroopassa. Halutessaan käyttäjä voi valita West European sijaan maanosakseen North Europe -vaihtoehdon, jolloin pääpalvelinkeskus sijaitsee Dublinissa Irlannissa.



Kuva 5. Microsoft Azure -portaalin SQL-tietokantalista helmikuussa 2017 uuden päivityksen jälkeen.

Klikkaamalla oikealla alareunassa olevaa check-merkin näköistä OK-painiketta Microsoft Azure aloittaa tietokannan luomisen. Arviolta toiminnossa kuluu yleensä kahdesta kymmeneen minuuttia. Käyttäjän on mahdollista halutessaan tuoda jo olemassa oleva tietokanta Microsoft Azureen valitsemalla samasta valikosta, missä oli valittavana Custom

sekä Quick Create vaihtoehdot, Import-kohta. SQL-tietokannalle ei tässä vaiheessa tarvitse tehdä mitään muuta. Myöhemmin alakappaleessa 6.1.3 luodaan tietokantaa varten taulu, joka sisältää satunnaisesti valittua tietoa ja toimii esimerkkinä tietokannan hallinnassa.

Päättötyössä tietokannalle annettiin nimeksi sqlthesis ja sille luotiin yksinkertainen taulukko tietoineen. Kuvassa neljä olevassa näkymässä on esillä SQL Azureen luodut tietokannat sekä sarakkeet, jotka tarjoavat ylläpidollisia tietoja tietokannan tilanteesta sillä hetkellä. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi tietokannan koko ja onko se aktiivinen eli käytössä.

6.3 SQL-tietokantojen muokkaaminen

Tietokantaan täytyy syöttää tietoa sovellusta varten. Tietokannan sisältöä voi muokata valitsemalla vasemmalta reunasta löytyvästä SQL Database -kohdasta. Aukeavasta listasta valitaan tämän jälkeen tietokanta, jota käyttäjä haluaa muokata tai tarkastella. Käyttäjä klikkaa tietokannan nimeä, joka tässä tapauksessa on nimellä sqlthesis, mikä aukaisee ison näkymän tietokannan sisällöstä ja laajan valikoiman eri toimintoihin, kuten tietokannan muokkaukseen. Toisin kuin aikaisemmissa versioissa, käyttäjän ei tarvitse syöttää tietokannan tunnusta ja salasanaa uudelleen.

Tietokannan hallinnointi on mahdollista kahdella eri tavalla palvelussa. Käyttäjän on mahdollista käyttää SQL-kyselyjä painamalla ylhäältä painiketta New Query. Halutessaan käyttäjä voi puolestaan valita käyttöönsä palvelun tarjoaman graafisen käyttöliittymän, johon pääsee käsiksi painamalla vasemmalla olevaa Design-painiketta. SQL-kyselyt mahdollistavat huomattavasti enemmän toimintoja kuin mitä graafisella käyttöliittymällä on mahdollista tehdä, mutta se riittää yksinkertaisten taulujen luomiseen ja tiedon lisäämiseen.

Klikkaamalla painiketta Design käyttäjälle aukeaa lista taulukoista, jotka ovat jo olemassa palvelussa. Uusia tauluja voidaan luoda valitsemalla New Table -niminen vaihtoehto. Tauluissa on yleensä yksi tai useampi sarake ehdotuksena. Ne voidaan kuitenkin poistaa tai niitä voidaan muokata riippuen käyttäjän omista tarpeista, esimerkiksi nimetä uudelleen. Tallentaakseen uuden taulun tai tehdyt muutokset jo olemassa olevaan, käyttäjän

täytyy klikata Save-painiketta, mikä löytyy yläreunasta. Käyttäjän kannalta on myös järkevää sekä erittäin suositeltavaa nimetä taulut sekä sarakkeet järkevästi niitä kuvaavilla nimillä, sillä niitä tullaan käyttämään palvelinohjelman SQL-kyselyissä. Tässä tapauksessa tietokanta luotiin kuitenkin käyttäen SQL Server -ohjelmaa, josta se myöhemmin tuotiin Microsoft Azureen yhdistämällä ohjelmistot keskenään ja valitsemalla Import-vaihtoehto. Käyttäjä voi halutessaan muokata taulua myöhemmin lisäämällä sarakkeita tai nimeämällä ne uudelleen.

Käyttäjän on mahdollista luoda tietokantaan useita taulukkoja ja relaatioita niiden välille. Relaatioiden luominen on yksinkertaista käyttämällä esimerkiksi PRIMARY KEY- ja FOREIGN KEY -käskyjä, joilla esimerkiksi lähdekoodissa (liite 1) Number-tiedoista on tehty pääavain. Jotta relaatio toimii, kyseisen tiedon täytyy löytyä myös toisesta taulukosta merkittynä FOREIGN KEY:ksi eli vieraaksi avaimeksi. Päättötyössä tätä toimintoa ei valitettavasti ehditty havainnollistaa, sillä käytössä oli ainoastaan trial-pohjainen käyttötili Microsoft Azureen, ja kokeilutili ehti sulkeutua. Jokaisessa taulukossa täytyy olla määriteltynä PRIMARY KEY, vaikka relaatioita ei olisikaan muodostettu toisiin taulukoihin. Käyttäjän on myös hyvä muistaa, että taulukossa voi olla ainoastaan yksi PRIMARY KEY mutta FOREIGN KEY on käytettävissä useammin kuin kerran.

Käyttäjän on mahdollista syöttää tietoa käsin siirtymällä välilehdelle Data, jossa tieto lisätään jokaiseen soluun yksi kerrallaan. Tallentaminen tapahtuu Save-painikkeella ja koska kyseessä on yksinkertainen esimerkki sovelluksen käyttöön liittyen, tiedolla ei varsinaisesti ole merkitystä. Sen ainoana tarkoituksena on auttaa todentamaan, että palvelinohjelma hakee juuri siellä olevan tiedon ja toimii halutulla tavalla.

Haluttaessa käyttäjän on mahdollista käyttää tietokantaa myös paikallisesta SQL Management Studiosta, mutta se vaatii hieman monimutkaisempaa käyttöä. Koska ohjelmat ovat erilliset, ne eivät synkronoi tietoa automaattisesti keskenään, joten tehdyt muutokset SQL Azuren kautta eivät automaattisesti näy SQL Management Studiossa. Sen sijaan tietokanta täytyy tuoda pilvipalvelusta, jotta tietoihin päästään käsiksi. Samalla tavalla käyttäjän täytyy tallentaa tietokanta ensin SQL Serverillä ja sen jälkeen valita SQL Azuresta Import-kohta, jonka jälkeen tietokanta siirtyy pilvipalveluun ja on käytössä. SQL Azure havaitsee tietokannan olemassaolon SQL Management Studiossa ja pystyy tuomaan esimerkiksi sen koon käyttäjän tietoon, mutta data itsessään ei automaattisesti

siirry ohjelmien välillä. Tämä johtuu mahdollisista tietoturvariskeistä, jotka liittyvät pilvipalveluihin ja niiden käyttöön.

Päättötyössä esitetty tietokanta tauluineen tuotti paljon ongelmia ja päänsärkyä, sillä sen toteuttaminen vaati hieman suunnittelua. Lopulta oli kuitenkin selvää, että tietokantoja sekä niiden keskeisiä relaatioita ei saataisi toimimaan halutulla tavalla. Tästä johtuen päättötyössä on esiteltynä ainoastaan yksi tietokanta, joka alkuun luotiin SQL Server -ohjelmistoa käyttäen ja myöhemmin toistettiin SQL Azure -palvelussa. Taulu ja sen tiedot pystyttäisiin halutessa yhdistämään toiseen tai useampaan tietokantaan mutta koska käytössä oli kokeiluversio palvelusta, aikaa oli vain rajallisesti. Tärkeintä oli saada tietokanta toimimaan ja testata kuinka käyttäjäystävällistä sen tuominen ja vieminen pilvipalvelusta on sekä testata taulukoiden sekä kyselyjen kirjoittamista itse SQL Azuressa.

7 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli määritellä, mitä pilvipalvelut ovat ja antaa perusteet lukijalle Microsoft Azuren käyttöä varten. Tarkoituksena oli opastaa lukijaa luomaan yksinkertainen tietokanta sekä lisäämään sinne tietoa. Kyseessä oli käytettävyysharjoitus, johon kuului konkreettinen ja teoreettinen osuus. Dokumentti ja sen sisältö on suunniteltu olemaan mahdollisimman yksityiskohtaisia ja helposti ymmärrettävissä. Insinööriyö on tehty pohjaksi pilvipalveluihin tutustuesssa ja Microsoft Azuren käyttöönottaessa.

Alun perin tarkoituksena oli luoda suurempi tietokanta, jossa taulukoita olisi ollut useampi ja ne olisivat olleet kytköksissä toisiinsa. Koska valittu aihe ja sen tiedon määrä olivat niin suuria, opinnäytetyössä luotiin ainoastaan yksi suuri taulu, johon sisällytettiin tärkeimmät tiedot. Taulun ja relaatioiden luominen ei ollut pääteemana opinnäytetyössä, koska relaatioiden saaminen toimimaan keskenään harmonisesti ei onnistunut, oli järkevämpää jatkaa eteenpäin ja tehdä ainoastaan tarpeellinen.

SQL-koodia kirjoittaessa vastaan tuli ongelmia eri komentojen kesken. Esimerkiksi Number Int -komennon kohdalla ongelmaksi muodostui numerosarjan pituuden määrittäminen, sillä Int-komennon perään ei voi liittää sulkeisiin lisättynä tai ilman niitä haluttua pituutta. Tästä johtuen palvelua käyttävä esimerkiksi kolmas osapuoli voisi syöttää tietoihin luvun, jota ei taulukossa ole määriteltä. Myös muissa komennoissa, kuten Type_1 Varchar(30), jossa sarakkeen otsikkoon haluttiin väli sanan Type ja numeron 1 välille, oli ongelmia. Microsoft SQL Server Management Engine ei hyväksy välilyöntiä komennoissa, mikä on mielestäni hieman merkillistä. Tämän takia osassa komentoja on käytetty alaviivaa erottamaan sanat numeroista.

Microsoft Azure pilvipalveluna on erittäin laaja ja tarjoaa käyttäjilleen monia eri mahdollisuuksia helpottaa sekä parantaa yrityksen tai isomman organisaation tietojärjestelmää. Käyttäjälle tarjotaan yksinkertaiset mutta toimivat komponentit esimerkiksi tietokantojen luomiseen, tallentamiseen pilveen ja niiden ylläpitoon. Käyttäjä voi halutessaan tuoda esimerkiksi SQL Server -ohjelmalla tehdyn, jo valmiin tietokannan pilveen ja muokata sitä siellä mielensä mukaan. Käyttäjäystävällinen ympäristö voi toimia apuna myös opiskelijoille opinnoissa esimerkiksi opintojaksojen tai arvosanojen valvonnassa. Yksinkertaisuutensa ansiosta sitä on myös helppo hyödyntää materiaalina SQL-opintoja varten.

Vaikka Microsoft Azure tarjoaa laajan valikoiman eri palveluita sekä komponentteja käyttäjälle, siinä on silti puutteita. SQL Azure -komponentti, vaikka onkin hyödyllinen ja tarjoaa mahdollisuuden muokata tietokantaa suoraan pilvessä, ei sisällä lähellekään samoja työkaluja, jotka ovat esimerkiksi tarjolla SQL Server -palvelussa. Tämä rajoittaa käyttäjän mahdollisuuksia muokata tietokantaa tarpeiden mukaan suoraan pilvessä ja käyttäjä saattaa joutua edelleen turvautumaan toisen ohjelmiston palveluihin.

Pilvipalveluna Microsoft Azure ja SQL Azure toimivat erinomaisesti, jos halutaan helpottaa esimerkiksi ylläpidollisia tehtäviä. Käyttäjän on kuitenkin muistettava, että fyysisesti palvelun laitteet sijaitsevat muualla kuin esimerkiksi käyttäjän kotona tai työpaikalla. Tästä johtuen on hyvä ottaa huomioon mahdolliset ongelmatilanteet tai viat ylläpitäjän puolella, joista johtuen palvelu saattaa esimerkiksi kaatua. Vaikka tällaisia tapauksia onkin sattunut muutama koko Microsoft Azuren olemassaolon aikana, ne ovat edelleen mahdollisia ja otettava huomioon, jos käyttäjä työskentelee esimerkiksi isommalle organisaatiolle käyttäen palvelua työssään.

Käyttäjistä ja tiedon luonteesta riippuen on myös hyvä ottaa huomioon yleisesti kaikkiin pilvipalveluihin liittyvät tietoturvariskit, joissa esimerkiksi kolmas osapuoli aiheuttaa tietoturvauhan. On myös hyvä ottaa huomioon, että tietoturvariski on olemassa palveluntarjoajan puolelta, koska laitteet eivät sijaitse fyysisesti käyttäjän ulottuvissa ja palveluntarjoaja huolehtii ylläpidosta. Tämä tarkoittaa sitä, että palveluntarjoajalla on mahdollisuus päästä käsiksi ja hallinnoida dataa, joka palveluun on tuotu.

Microsoft Azure ja SQL Azure tarjoavat sekä mahdollisuuksia että riskejä, jotka käyttäjän on itse tiedostettava ja tehtävä päätös, käyttääkö palvelua ja sen komponentteja vai ei. Pilvipalveluna Microsoft Azure on ehdottomasti yksi parhaimpia sen laajan tarjonnan ansiosta, mutta kehittämisen varaa löytyy edelleen.

Lähteet

- [1] Griffith, Eric 2013. What is Cloud Computing? PC Magazine. Saatavissa: <http://www.pcmag.com/article2/0,2817,2372163,00.asp>. Luettu 10.12.2016.
- [2] Introduction to cloud computing. Verkkodokumentti. Saatavissa: <http://www.cloud-book.net/resources/stories/introduction-to-cloud-computing-in-about-1000-words>. Luettu 22.6.2016.
- [3] The Growing Popularity of Cloud Computing. Verkkodokumentti. Saatavissa: <http://www.techgyd.com/the-growing-popularity-of-cloud-computing-and-digital-marketing/14913/>. Luettu 22.6.2016.
- [4] Rountree, Derrick - Castrillo, Ileana 2013. The Basics of Cloud Computing. Syngress. Saatavissa: <http://proquest.safaribooksonline.com/book/information-technology-and-software-development/9780124059320>. Hakupäivä 26.1.2016.
- [5] Mell, P. & Grance, T. 2011. The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. Computer Security Division Information Technology Laboratory National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, MD 20899-8930. Luettu 2.2.2017.
- [6] Jansen W. & Grance T. 2011. NIST Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing. Computer Security Division Information Technology Laboratory National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, MD 20899-8930. Luettu 29.12.2016.
- [7] Public cloud. Verkkodokumentti. Saatavissa: <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/public-cloud/>. Luettu 5.8.2016.
- [8] What is a Public Cloud? Verkkodokumentti. Saatavilla: <http://www.interoute.fi/cloud-article/what-public-cloud>. Luettu 5.8.2016.
- [9] Private cloud (internal cloud or corporate cloud). Verkkodokumentti. Saatavilla: <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/private-cloud>. Luettu 15.10.2016.
- [10] What is a Private Cloud? Verkkodokumentti. Saatavilla: <http://www.interoute.fi/cloud-article/what-private-cloud>. Luettu 1.1.2017.
- [11] What is a Hybrid Cloud? Verkkodokumentti. Saatavilla: <http://www.interoute.fi/cloud-article/what-hybrid-cloud>. Luettu 12.1.2017.
- [12] Inside the Platform: Windows Azure. Microsoft. Saatavissa: <http://msdn.microsoft.com/en-gb/ee514245.aspx>. Hakupäivä 12.12.2016.

- [13] Cloud computing - SaaS. Verkkodokumentti. Saatavissa: <http://www.c-sharpcorner.com/UploadFile/bhaskardeep/190/Default.aspx>. Luettu 18.8.2016.
- [14] SaaS Software as a Service – Ohjelmisto palveluna. Verkkodokumentti. Saatavilla: <http://colibrix.net/cloud/wiki/pilvipalvelu/saas-software-as-a-service/>. Luettu 18.8.2016.
- [15] PaaS Platform as a Service – Sovelluslusta palveluna. Verkkodokumentti. Saatavissa: <http://colibrix.net/cloud/wiki/pilvipalvelu/paas-platform-as-a-service/>. Luettu 2.9.2016.
- [16] Infrastructure as a Service (IaaS). Verkkodokumentti. Saatavissa: <http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Infrastructure-as-a-Service-IaaS>. Luettu 2.9.2016.
- [17] Cachin, C., Keidar, I., & Shraer, A. (2009). Trusting the cloud. *Acm Sigact News*, 40(2), 81-86. Luettu 20.1.2017.
- [18] Mohan T KNithin [2010]. Evolution of SQL Server from SQL 2000 to SQL Server 2008 R2, verkkojulkaisu. Saatavissa: <http://www.nitrix-reloaded.com/2010/05/09/evolution-of-sql-server-from-sql-2000-to-sql-server-2008-r2/>. Luettu 12.1.2017.
- [19] Redware[2001]. SQL Server Overview, verkkojulkaisu. Saatavissa: http://www.redware.com/handbooks/sql_server_handbook/sql_server_overview.html. Luettu 20.2.2017.
- [20] Wipro SQL Azure, Moving Business Intelligence to Cloud. 2010. Luettu 2.6.2017.
- [21] Windows Azure General Availability. Verkkodokumentti. Saatavilla: <http://blogs.microsoft.com/blog/2010/02/01/windows-azure-general-availability/>. Luettu 15.6.2016.
- [22] Windows Azure Will Be Renamed Microsoft Azure in April. Verkkodokumentti. Saatavilla: <http://www.eweek.com/cloud/windows-azure-will-be-renamed-microsoft-azure-in-april.html>. Luettu 15.6.2016.
- [23] Summary of Windows Azure Service Disruption on Feb 29th, 2012. Verkkodokumentti. Saatavilla: <http://azure.microsoft.com/blog/2012/03/09/summary-of-windows-azure-service-disruption-on-feb-29th-2012/>. Luettu 2.6.2016.
- [24] Microsoft pins Azure outage on network miscue. Verkkodokumentti. Saatavilla: <https://gigaom.com/2012/07/27/microsoft-pins-azure-outage-on-network-miscue/>. Luettu 13.11.2016.
- [25] Xbox Live and Windows Azure suffering from extended outages. Verkkodokumentti. Saatavilla: <http://www.theverge.com/2013/2/22/4019772/xbox-live-and-windows-azure-suffering-from-extended-outages>. Luettu 11.11.2016.

- [26] Microsoft's Windows Azure cloud hit by worldwide management interruption. Verkko-dokumentti. Saatavilla: <http://www.pcworld.com/article/2059901/microsofts-windows-azure-cloud-hit-by-worldwide-management-interruption.html>. Luettu 20.8.2016.
- [27] Update on Azure Storage Service Interruption. Verkkodokumentti. Saatavilla: <http://azure.microsoft.com/blog/2014/11/19/update-on-azure-storage-service-interruption/>. Luettu 20.4.2016.
- [28] Service Status. Verkkodokumentti. Saatavilla: <https://cloudharmony.com/status-1year-of-compute-group-by-regions-and-provider>. Luettu 20.12.2016.
- [29] Tulloch, Mitch 2013. Introducing Windows Azure for IT Professionals. Microsoft Press. Saatavissa: <http://proquest.safaribooksonline.com/book/web-development/9780735682863>. Hakupäivä 6.12.2016.

Lähdekoodi

Koodi, jolla luotiin yksinkertainen SQL-taulukko tietokantaan sqlthesis:

```
CREATE TABLE Pokedex
(
  Number      decimal(4,1),
  Name        varchar(30),
  Type_1      varchar(30),
  Type_2      varchar(30),
  Ability_1   varchar(30),
  Ability_2   varchar(30),
  HiddenAbility varchar(30),
  Evolution   varchar(30),
  Female_Pros decimal(5,2),
  Male_Pros   decimal(5,2),
  EggGroup_1  varchar(30),
  EggGroup_2  varchar(30),
  Height      decimal(5,2),
  Weight      decimal(5,2),
  PRIMARY KEY (Number)
);
```

Lähdekoodi

Koodi, jolla tietokannan tauluun nimeltä Pokedex, lisättiin tarvittavat tiedot:

```
INSERT INTO Pokedex
```

```
(Number, Name, Type_1, Type_2, Ability_1, Ability_2, HiddenAbility, Evolution, Female_Pros, Male_Pros, EggGroup_1, EggGroup_2, Height, Weight)
```

```
VALUES
```

```
(1, 'Bulbasaur', 'Grass', 'Poison', 'Overgrow', 'None', 'Chlorophyll', 'Ivysaur', 12.5, 87.5, 'Monster', 'Grass', 0.7, 6.9);
```